УДК622.248.5

DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-25-38

АНАЛИЗ ПРИЧИН И ФАКТОРОВ, СПОСОБСТВУЮЩИХ ВОЗНИКНОВЕНИЮ И РАЗВИТИЮ АВАРИЙ ПРИ БУРЕНИИ И ДОБЫЧЕ ГАЗА

А. Н. Бганцев, И. Н. Лоскутникова, И. В. Богданова

Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону, Российская Федерация
kalter30.30@mail.ru
Lvica.inna@yandex.ru
bogirka@gmail.com

Проведен анализ возможных причин и факторов возникновения аварий при бурении и добыче газа. Выяснено, что одним из основных условий возникновения газопроявлений является поступление пластового флюида в ствол скважины вследствие превышения пластовым давлением забойного. Представлено описание сценариев вероятных и наиболее опасных по последствиям аварий, к которым относятся факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины и распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения. Определены размеры вероятных зон действия поражающих факторов аварий по каждому из сценариев и возможное количество пострадавших при реализации этих сценариев.

Ключевые слова: техносферная безопасность, анализ рисков, анализ безопасности, сценарии аварий, буровая установка, нефтегазовая отрасль, охрана труда.

Введение. Проблема обеспечения промышленной безопасности приобретает особую актуальность на современном этапе преобразований и развития производительных сил, когда из-за труднопредсказуемых социальных, техногенных и экологических последствий чрезвычайных ситуаций возникает угроза существованию человеческого общества. Одним из принципов системы обеспечения промышленно-экологической безопасности является ее декларирование.

UDC 504.5:656. 504.5
DOI 10.23947/2541-9129-2017-4-25-38

THE ANALYSIS OF REASONS AND FACTORS AFFECTING THE INITIATION AND DEVELOPMENT OF ACCIDENTS IN DRILLING AND GAS PRODUCTION

A. N. Bgantsev, I. N. Loskutnikova, I.V. Bogdanova

Don State Technical University, Rostov-on-Don, Russian Federation
kalter30.30@mail.ru
Lvica.inna@yandex.ru
bogirka@gmail.com

The paper provides the analysis of possible reasons and factors of accidents initiation. It has been established that one of the main reasons for the initiation of gas showings is the flow of formation fluid into the wellbore due to the fact that formation preesure exceeds bottom hole pressure. It presents the description of the scenarios of possible and the most dangerous accidents, which include jet fire of formation gas outbursts during the loss of pressure of well equipment and the spread of hydrogen sulphide at the release of formation gas without ignition. The probable zones sizes of damaging factors effects for each of the scenarios and the possible number of victims in these scenarios implementation have been determined.

Keywords: technosphere safety, risk analysis, safety analysis, accident scenarios, drilling rig, oil and gas industry, labor protection

Introduction. The problem of industrial safety is of particular relevance at the present stage of reformation and development of productive forces, when, due to the unpredictable social, technological and environmental consequences of emergency situations there is a threat to the existence of human society. One of the principles of the system of industrial and environmental safety

В федеральном законе «О промышленной безопасности опасных производственных объектов» содержится декларация промышленной безопасности, предполагающая всестороннюю оценку риска аварий, социально-экономических и экологических угроз на основе мониторинга и аудита безопасности объекта [1]. Мониторинг и анализ риска аварий на опасных производственных объектах является составной частью управления промышленно-экологической безопасностью.

Объект исследования. Буровая установка *UNOC* 500 *DE* (*UNOC* — совместное производство *Uralmash* (*Rus*), *NationalOilWell* (*USA*), *Caterpillar* (*USA*)) — это дизельная буровая установка с предельной буровой глубиной 6500 м и предельной нагрузкой на ствольный крюк 500 т, произведенная в 1994 г. Эксплуатируется буровая установка на территории Астраханского газоконденсатного месторождения (АГКМ). Месторождение находится в юго-западной части Прикаспийской впадины. Размеры залежи 100х40 км, общая площадь 2450 км^2. Размеры разбуриваемой части месторождения составляют 60х28 км. Площадь горного отвода (площадь лицензионного участка) составляет 144 927 га.

Штатная численность работников участка ведения буровых работ составляет 35 человек. Бурение осуществляется непрерывно (круглосуточно). Работы ведутся посменно. Продолжительность рабочей смены составляет 12 часов. Процесс разработки эксплуатационной скважины составляет от 7 до 12 месяцев в зависимости от вида бурения ствола скважины (вертикальный, условно наклонный). Наиболее опасными веществами, присутствующими на буровой установке, являются пластовый газ, сероводород и дизельное топливо.

protection is its declaration.

The Federal law "On industrial safety of hazardous production facilities" contains the declaration of industrial safety, involving a comprehensive assessment of accidents risk, socio-economic and environmental threats on the basis of monitoring and safety audit of an object [1]. Monitoring and analysis of accidents risk at hazardous industrial facilities is an integral part of industrial and environmental safety management.

The object of research. The drilling rig *UNOC 500 DE (UNOC* is a joint production of *Uralmash (Rus), NationalOilWell (USA), Caterpillar (USA)*) — a diesel drilling rig produced in 1994 with a maximum drilling depth of 6.500 m and a maximum load on the receiver hook of 500 tons. The drilling rig is used on the territory of the Astrakhan gas condensate field. The field is located in the southwestern part of Peri-Caspian Depression. The deposit size is 100x40 km; the total area is 2450 km^2. The drillable dimensions of the field are 60x28 km. The area of mining allotment (the licensed area) is 144 927 ha.

Drilling staff is 35 people. Drilling is carried out continuously (round the clock). Work is conducted in shifts. The duration of a work shift is 12 hours. The process of operating well development ranges from 7 to 12 months, depending on the kind of wellbore drilling (vertical, relatively inclined). The most hazardous substances on the rig are formation gas, hydrogen sulphide and diesel fuel.

Возможные причины возникновения аварий. Аварийная ситуация при истечении газового флюида из скважины обычно отождествляется с неуправляемым выбросом в атмосферу, при котором можно выделить три элемента: источник (природное или техногенное скопление флюида в глубинном пласте), канал (участок ствола, обсадные или насосно-компрессорные трубы), выходной участок (выходное сечение колонны или отвода, устьевое оборудование). Из анализа свойств обращаемых на объекте веществ можно сделать вывод, что разгерметизация оборудования может привести к выбросу газового флюида [2].

Одним из основных условий возникновения газопроявлений является поступление пластового флюида в ствол скважины вследствие превышения пластовым давлением забойного. Возможно возникновение газопроявлений и при наличии достаточного противодавления на продуктивный пласт при поступлении пластового флюида в ствол скважины в результате диффузионных или осмотических процессов, гравитационного замещения, контракционных эффектов, высокой скорости разбуривания газонасыщенных пород и т. п. [3].

Возникновение и развитие газопроявлений из-за неуравновешенности пластового давления гидростатическим давлением столба раствора в стволе скважины может явиться следствием:

- ошибок в прогнозировании пластовых давлений или определении проектной плотности бурового раствора;
- тектонических нарушений в районе буровых работ и вскрытия зон с аномально высоким пластовым давлением;
- разбуривания несовместимых интервалов бурения (гидроразрыв, поглощение гидростатического давления столба бурового раствора на продуктивный горизонт);
- ошибок в определении глубины залегания продуктивных отложений;
- недостаточного оперативного контроля за текущими изменениями пластовых давлений вследствие законтурного заводнения и других

Possible causes of accidents. Emergency at gas fluid escape from the well is usually connected with the uncontrolled release into the atmosphere in which we can distinguish three elements: a source (natural or anthropogenic accumulation of fluid in the deep layer), a channel (a part of a hole, well casing, or tubing), an output site (output section of a column or an outlet, wellhead equipment). From the analysis of the properties of the used on the object substances it can be concluded that the loss of pressure of the equipment may result in the release of gaseous fluid [2].

One of the main reasons for the initiation of gas showings is the flow of formation fluid into the wellbore due to the fact that formation pressure exceeds bottom hole pressure. The initiation of gas showings is also possible at the presence of sufficient back pressure on the productive formation during the flow of formation fluid into the wellbore in the result of diffusion or osmotic processes, gravitational substitution, contraction effects, high drilling speed of gas-saturated rocks, etc. [3].

The initiation and development of gas showings due to the unbalance of formation pressure by hydrostatic pressure of the solution column in the wellbore can result from:

- errors in the prediction of formation pressure or the determination of project density of drilling mud;
- tectonic disturbances in the drilling area and the opening of zones with abnormally high formation pressure;
- drilling with incompatible intervals of drilling (hydraulic fracturing, absorption of hydrostatic pressure of the mud column on the productive horizon);
- errors in determining the occurrence depth

факторов;

- использования бурового раствора или жидкости глушения скважины с заниженной плотностью;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за падения уровня в скважине в результате поглощения;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за недолива скважины при подъеме колонны труб;
- снижения плотности бурового раствора при его химической обработке;
- снижения гидростатического давления столба раствора из-за перетоков, обусловленных разностью плотностей раствора в трубном и затрубном пространствах;
- уменьшения забойного давления при установке жидкостных ванн с низкой плотностью раствора при ликвидации прихватов [4].

Причинами возникновения открытых фонтанов являются:

- несоответствие конструкции скважины фактическим горно-геологическим условиям;
- несоответствие прочностных характеристик установленного противовыбросового оборудования фактическим давлениям, возникающим в процессе ликвидации газопроявлений;
- низкое качество монтажа противовыбросового оборудования, несоблюдение условий его эксплуатации;
- отступление от проектной конструкции скважины, нарушение технических условий свинчивания обсадных труб (недопуск колонн до проектных отметок, негерметичность резьбовых соединений и т. п.);
- некачественное цементирование обсадных колонн;
- отсутствие в компоновке бурильной колонны шарового крана или обратного клапана [5].

Немалый вклад в опасность разгерметизации скважинного оборудования вносят протекающие в условиях добычи пластового

of productive sediments;

- lack of operational control over the ongoing changes in formation pressure due to edge flooding, and other factors;
- use of drilling mud or well killing fluid of low density;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to the fall in level in the well as a result of absorption;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to incomplete filling of the borehole when lifting the pipe string;
- reduction of drilling mud during its chemical processing;
- reduction of hydrostatic pressure of the solution column due to the flow caused by the difference in density of the solution in tube and annular spaces;
- reduction of bottom hole pressure with the installation of a fluid bath with low solution density at the elimination of stickings [4].

The reasons for open flow initiation are:

- discrepancy between the well design and the actual mining and geological conditions;
- discrepancy between the strength characteristics of the installed blowout prevention equipment and the actual pressures arising in the process of gas showings liquidation;
- low quality of installation of blowout prevention equipment, failure to comply with conditions of its operation;
- deviation from the well design, the violation of technical conditions of casing spinning (underreaching of columns the design level, leakage of threaded connections, etc.);
- poor cementing of casing strings;
- absence of stabbing valve or ball valve in the drill stem assembly [5].

Hydrodynamic processes occurring in the

газа гидродинамические процессы. Характерной особенностью данных процессов является их нестационарность: пульсация потока, образование ударных волн, зон разряжения. Значительные перепады давления, динамические и статические нагрузки создают условия для деформационного старения металла. Нестационарность процессов может привести к вибрации коммуникаций и оборудования, нарушению герметичности оборудования и трубопроводов вплоть до полного их разрушения [6].

Приведем ряд причин возникновения аварийных ситуаций, связанных с ошибками, запаздыванием, бездействием персонала в штатных и нештатных ситуациях:

- нарушение должностных инструкций и инструкций по выполнению технологических операций;
- ошибочные действия при ремонтных работах на объекте;
- запаздывание при принятии решения по задействованию нужного уровня системы защиты;
- бездействие и ошибка в действиях в нештатной ситуации;
- проведение постоянных или временных огневых работ без специального разрешения.

Особенности технологического процесса требуют от обслуживающего персонала высокой квалификации и повышенного внимания. Особую опасность представляют ошибки при пуске и остановке скважин, ведении ремонтных, профилактических и других работ, связанных с неустойчивыми переходными режимами. В случае неправильных действий персонала существует возможность разгерметизации систем и возникновения аварийных ситуаций [7].

Также существует ряд причин, связанных с «внешними» воздействиями природного и техногенного характера:

- ураганные ветры;
- снежные заносы и аномальное понижение (повышение) температуры воздуха;

production of reservoir gas make a considerable contribution to the risk of loss of pressure of the downhole equipment. A characteristic feature of these processes is their nonstationarity: flow pulsation, shock waves formation, and vacuum areas formation. Significant pressure differences, dynamic and static loads create conditions for strain aging of metal. The unsteady flow processes can lead to vibration of communication and equipment, leakage of equipment and pipelines up to their full destruction [6].

Here are some of the reasons for emergencies connected with errors, delay, inaction of personnel in standard and emergency situations:

- violation of the official instructions and the instruction on conducting technological operations;
- erroneous actions during repair works at the facility;
- delay in the decision to use the desired level of security;
- omission and error in actions in emergency situations;
- carrying out permanent or temporary hot work without special permission.

The technological process features require staff of high qualification and attention. Of particular danger are the mistakes at starting and stopping wells, repair, maintenance and other works connected with the unstable transitional regimes. In case of personnel wrong actions there is the possibility of systems loss of pressure and emergency situations [7].

There is also a number of reasons related to external impacts of natural and technogenic character:

- hurricane-force winds;
- snow drifts and anomalous decrease (increase) in air temperature;

- попадание оборудования в зону действия поражающих факторов аварий, происшедших на соседних объектах;
- преднамеренные действия (диверсия) [8].

К числу возможных факторов, способствующих возникновению и развитию аварий на скважинах, относятся следующие факторы:

- взрывоопасность пластового флюида;
- высокие параметры пластового давления, определяющие возможность участия значительных масс пластового флюида в авариях, что, в свою очередь, определяет высокие значения энергетических потенциалов, значения плотности и скорости энерговыделения, избыточного давления взрыва и других параметров ударной волны;
- необходимость проведения газоопасных работ;
- необходимость обслуживания оборудования буровой установки и скважин при неблагоприятных метеорологических условиях в связи с непрерывностью технологического процесса [9].

Все вышеперечисленные причины и факторы могут привести к аварийным ситуациям различных масштабов.

Краткое описание сценариев вероятных и наиболее опасных по последствиям аварий. На основе анализа причин возникновения аварий и факторов, определяющих их исходы, учета особенностей проводимых работ, свойств опасных веществ, обращающихся на площадках строительства скважин на объекте, авторами определены следующие типовые сценарии аварии:

- сценарий 1 (С1) — выброс пластового газа без воспламенения, распространение токсичной примеси. Частота данной аварии составляет величину, равную 9,30 Е–03, 1/год.
- сценарий 2 (С2) — горение шлейфа пластового флюида.

В качестве наиболее опасного определен сценарий, связанный с факельным горением выброса, сопровождающийся значительным социальным и материальным ущербом. Частота

- getting equipment in the area of the affecting factors of accidents, which happened on nearby premises;
- deliberate actions (sabotage) [8].

To the possible factors contributing to the initiation and development of accidents at wells we can add the following factors:

- the explosiveness of reservoir fluid;
- high parameters of reservoir pressure, determining the possibility of participation of large masses of formation fluid in accidents, which in turn determines the high value of energy potentials, the values of density and speed of energy release, the excess explosion pressure and other parameters of shock wave;
- need for gas hazardous work;
- need for equipment maintenance of drilling rig and wells in adverse weather conditions because of the continuity of the technological process [9].

All of the above mentioned reasons and factors can lead to emergency situations of various scales.

Brief description of scenarios of likely and the most dangerous consequences of accidents. Based on the analysis of the causes of accidents and factors that determine their outcomes, considering the peculiarities of work, properties of hazardous substances on well construction sites, the authors have identified the following typical scenarios of an accident:

- scenario 1 (C1) — blowout of reservoir gas without ignition, spread of toxic impurities. The frequency of this accident is 9.30 E–03.1/year.
- scenario 2 (C2) —combustion of plume of reservoir fluid.

The scenario connected with blowout jet fire, accompanied by significant social and material damage has been identified as the most dangerous one. The frequency of this accident is

данной аварии составляет величину порядка 9,06Е–04, 1/год [1].

Описания наиболее опасного и наиболее вероятного сценариев аварий на участке ведения буровых работ приведены в таблице 1.

9.06 E–04. 1/year [1].

The descriptions of the most dangerous and the most probable scenarios of accidents at the site of drilling activities are given in table 1.

Таблица 1
Table 1

Краткое описание сценариев аварий

Brief description of accident scenarios

Наиболее опасный сценарий *The most dangerous scenario*		**Наиболее вероятный сценарий** *The most likely scenario*	
№ сценария ***Scenario no.***	**Описание сценария** ***Description of scenario***	**№ сценария** ***Scenario no.***	**Описание сценария** ***Description of scenario***
Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при оборудовани скважины	Полная разгерметизация обсадных колонн, подземного оборудования скважины, → истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → воспламенение истекающего газа → возникновение пожара колонного типа → термическое воздействие на технологическое оборудование, персонал → повреждение конструкций буровой установки, получение людьми ожогов различной степени тяжести, а также травм от падающих предметов или действия ВВС → потеря контроля за скважиной → глушение скважины.	Сценарий С1 Распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения.	Полная или частичная разгерметизация обсадных колонн подземного оборудования скважины → истечение пластового флюида из отверстия разгерметизации → отсутствие воспламенения истекающего газа → рассеивание газа в атмосфере → образование и распространение облака сероводорода → поражение людей в зоне распространения сероводорода.
Scenario C2 Jet fire of reservoir gas blowout at downhole equipping	*Full loss of pressure of the casing, underground equipment wells, → leak of formation fluid from a leakage hole → ignition of the exhaust gas → column type fire → thermal effects on the technological equipment, personnel → damage to the structures of the rig, people get burns of various severity, as well as injuries from falling objects or air force activity → loss of control over the well → killing the well.*	*Scenario C1 Spread of hydrogen sulfide at the blowout of reservoir gas without ignition.*	*Full or partial loss of pressure of casing of the underground wells equipment → leak of formation fluid from a leakage hole → absence of ignition of the escaping gas → gas dispersion in the atmosphere → formation and distribution of hydrogen sulfide clouds → effect on the people in the area of hydrogen sulfide distribution.*

Таблица 2
Table 2

Размеры вероятных зон действия поражающих факторов аварий

The size of the probable zones of accidents damaging factors

Параметры поражения ***Destruction parameters***	**Наиболее опасный сценарий** ***The most dangerous scenario***	**Наиболее вероятный сценарий** ***The most likely scenario***
	Сценарий С2 Факельное горение выброса пластового газа при разгерметизации оборудования скважины. *Scenario C2* *Jet fire of reservoir gas blowout at the loss of pressure of well equipment.*	Сценарий С1 Распространение сероводорода при выбросе пластового газа без воспламенения. *Scenario C1* *Distribution of hydrogen sulfide with the blowout of reservoir gas without ignition.*
Сценарий С2 / *Scenario C2* **Факельное горение выброса пластового газа. СТО Газпром 2–2.3–400–2009** ***Jet fire of reservoir gas blowout. STO Gazprom 2-2.3-400-2009***		
Высота факела в момент выброса, м *The plume height at the time of emission, m*	до 64 *up to 64*	–
Диаметр факела, м *The plume diameter, m*	до 32 *up to 32*	–
Глубина зоны термического воздействия с тепловым потоком 15 кВт/м^2, м *The depth of the zone of thermal influence with a heat flux of 15 kW/m^2, m*	до 39 *up to 39*	–
Сценарий С1 / *Scenario C1* **Выброс пластового газа без воспламенения. СТО Газпром 2–2,3–400–2009** ***Reservoir gas blowout without ignition. STO Gazprom 2-2.3-400-2009***		
Высота выброса в момент выброса, м *The height of blowout at the time of blowout, m*	–	до 64 *up to 64*
Диаметр факела, м *The plume diameter, m*	–	до 32 *up to 32*
Распространение сероводорода / *Hydrogen sulfide distribution*		
Инверсия, 1 м/с *Inversion, 1 m/s*	–	–

Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time 120 sec.)*	–	41/–1
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	129/42
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time of 1800 sec.)*	–	799/–12
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	711/684
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time 120 sec.)*	–	61/–1
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	170/–61
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time of 1800 sec.)*	–	1243/–12
Изотермия, 3 м/с *Isothermy, 3 m/s*	–	1043/1032
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time 120 sec.)*	–	101/–2
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	74/95
Глубина зоны смертельного поражения (время экспозиции 1800 сек.) *The depth of the lethal area (exposure time of 1800 sec.)*	–	722/–42
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	97/426
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 120 сек.) *The depth of the threshold destruction zone (exposure time 120 sec.)*	–	190/–2
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	104/65
Глубина зоны порогового поражения (время экспозиции 1800 сек.) The depth of the threshold destruction zone *(exposure time of 1800 sec.)*	–	3752/–43
Полуширина зоны/на расстоянии, м *The half-width of the zone/distance, m*	–	192/1749

Сведения о возможном числе пострадавших, включая погибших среди работников и иных физических лиц. При оценке количества пострадавших были сделаны следующие допущения [10]:

- 80 % персонала на площадке бурения находится вне помещений;
- непосредственно у бурового ствола находится 3 человека;
- весь персонал на площадке бурения имеет изолирующие противогазы;
- весь персонал сторонних организаций, занятых на близлежащих объектах (УППГ ГПУ ООО «Газпром добыча Астрахань»), имеет изолирующие противогазы.

Время экспозиции для персонала объекта и персонала ООО «Газпром добыча Астрахань» принято равным 120 сек., так как площадки строительства скважин и ведения ремонтных работ расположены на расстоянии более 100 м от скважинных площадок ООО «Газпром добыча Астрахань», а глубина распространения облака не превышает 50 м. Взрыва распространяющегося облака на данной территории не прогнозируется, так как площадки строительства скважин и ведения ремонтных работ расположены на расстоянии более 100 м от вахтовых городков персонала филиала, в то время как глубина распространения облака не превышает 50 м [11].

Возможное количество пострадавших при реализации аварий приведено в таблице 3.

The information about the potential number of victims, including victims among the employees and other individuals. When assessing the number of injured people the following assumptions have been made [10]:

- 80% of personnel on the drilling site is located outside the premises;
- 3 persons are near the drilling hole;
- all personnel on the drilling site have red packs;
- all the staff of other organizations working on the nearby objects ("Gazprom dobycha Astrakhan") have red packs

The exposure time for the staff and personnel "Gazprom dobycha Astrakhan" is assumed to be 120 seconds, as the site of well construction and repair works is located at a distance of more than 100 m. from borehole sites of "Gazprom dobycha Astrakhan", and the depth of clouds distribution does not exceed 50 m. The explosion of a spreading cloud on this site is not predicted, because the sites of well construction and repair works are located at a distance of more than 100 m from the branch rotational camps, while the depth of clouds distribution does not exceed 50 m [11].

The possible number of victims in case of an accident is shown in table 3.

Таблица 3
Table 3

Возможное количество пострадавших при реализации аварий

Possible number of victims in case of an accident

№ типового сценария *No. of a typical scenario*	**Аварийное оборудование, событие, инициирующее аварийную ситуацию** *Emergency equipment, the event that triggers an emergency*	**Аварийная ситуация** *Emergency*	**Количество пострадавших человек, чел.** *Number of injured persons, persons*	
			Смертельно *Lethal*	**Не смертельно** *Not lethal*
С1	Буровая установка, газопроявление при ведении работ *Drilling rig, gas showings when conducting operations*	Открытое фонтанирование без воспламенения, распространение токсичной примеси *Uncontrollable blowout without ignition, spreading of toxic impurity*	1 — персонал буровой установки *1 — the staff of the drilling rig*	4 — персонал буровой установки и вахтового поселка *4 — the staff of the drilling rig and the camp*
С2	Буровая установка, газопроявление при ведении работ (разрушение подземного оборудования) *Drilling rig, gas showings when conducting operations (the destruction of underground equipment)*	Факельное горение выброса *Outburst jet fire*	3	3

Заключение. Разработка месторождений на АГКМ сопровождается повышенной опасностью — возможны выбросы пластового газа с содержанием сернистого водорода от 6 % до 26 % от его объема. На основании этого объект относиться ко II классу опасности. Авторами определен наиболее опасный тип аварий на рассматриваемом объекте. Это факельное горение пластового флюида при открытом фонтанировании скважины. В результате данной аварии могут пострадать до 6 человек персонала, из которых до 3 человек могут получить смертельную степень поражения. Частота данной аварии составляет

Conclusion. The field production on AGKM is accompanied by a high risk — potential outbursts of reservoir gas containing hydrogen sulfide from 6 % to 26 % of its volume. Based on this the object may be referred to the II class of danger. The authors defined the most dangerous type of accidents at the facilities. This is jet fire of formation fluid with uncontrollable blowout. As a result this accident can affect up to 6 employees, of which up to 3 people can get a fatal degree of damage. The frequency of this accident is about

величину порядка 9,06Е–04, 1/год [12]. В качестве наиболее вероятной рассматривается авария, связанная с распространением сероводорода при получасовом выбросе пластового флюида и своевременной локализации аварии. В результате этой аварии могут пострадать до 5 человек, из которых один может получить смертельное поражение. Частота данной аварии составит величину порядка 9,30Е–03, 1/год.

Библиографический список.

1. О промышленной безопасности опасных производственных объектов [Электронный ресурс] : федеральный закон № 116–ФЗ от 21.07.97 // Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http://docs.cntd.ru/document/9046058 (дата обращения : 01.10.17).

2. Антипьев, В. Н. Анализ риска аварий и чрезвычайных ситуаций на нефтегазодобывающих предприятиях — один из рычагов снижения аварийности / В. Н. Антипьев // Безопасность труда в промышленности. — 2004. — № 4. — С. 20–22.

3. Балаба, В. И. Общие требования промышленной безопасности / В. И. Балаба. — Москва : РГУ нефти и газа им. И. М. Губкина, 2003. — 64 с.

4. Клебанов, Ф. С. О современной концепции безопасности / Ф. С. Клебанов // Безопасность труда в промышленности. — 2003. — № 6. — С. 33–35.

5. Клювгант, В. В. Системное управление рисками / В. В. Клювгант // Технологии нефтегазового комплекса. — 2004. — № 1. — С. 96–98.

6. Козьяков, А. Ф. Управление промышленной безопасностью [Электронный

9.06 E–04. 1/year [12]. An accident involving the spread of hydrogen sulphide at a half-hour outburst of formation fluid and timely localization of the accident is considered as the most likely. As a result this accident can affect up to 5 people, one of whom can get a fatal degree of damage. The frequency of this accident is about 9.30 E–03. 1/year.

References

1. O promyshlennoy bezopasnosti opasnykh proizvodstvennykh ob’ektov. Federal’ny zakon no. 116–FZ ot 21.07.97. Electron. fond pravovoy i normativ.-tekh. dokumentatsii. Konsortsium "Kodeks". [On industrial safety of hazardous industrial facilities. Federal law no. 116–FZ dated 21.07.97. Electron. fund of legal and norm.-tech. documentation. Consortium "Kodeks".] Available at: http://docs.cntd.ru/document/9046058 (in Russian).

2. Antipev, V.N. Analiz riska avariy i chrezvychaynykh situatsiy na proizvodstve neftegazodobyvayushchikh predpriyatiy – odin iz rychagov snizheniya avariynosti. [Risk analysis of accidents and emergencies at oil and gas enterprises — one of the instruments to reduce accidents.] Bezopasnost’ truda v promyshlennosti, 2004, no. 4, pp. 20-22 (in Russian).

3. Balaba, V.I., Obshchie trebovaniya promyshlennoy bezopasnosti. [General requirements to industrial safety.] Moscow, Gubkin Russian state university of oil and gas, 2003, 64 p. (in Russian).

4. Klebanov, F.S. O sovremennoy kontseptsii bezopasnosti. [On modern security concept.] Bezopasnost’ truda v promyshlennosti, 2003, no. 6, pp. 33-35 (in Russian).

5. Klyuvgant, V.V. Sistemnoe upravlenie riskami. [Systemic risk management.] Tekhnologii neftegazovogo kompleksa, 2004, no. 1, pp. 96-98 (in Russian).

6. Kozyakov, A.F., Fedoseev, V.N. Upravlenie promyshlennoy bezopasnost’yu. [Industrial safety

ресурс] / А. Ф. Козьяков, В. Н. Федосеев. — Режим доступа : http://www.cfin.ru/press/management/2001-3/06.shtml/ (дата обращения : 03.10.17).

7. Методические указания по проведению анализа риска опасных производственных объектов (РД 03-418-01) / Ю. А. Дадонов [и др.]. — Москва : Научно-технический центр исследований проблем промышленной безопасности, 2001. — 40 с.

8. Методические рекомендации по оценке ущерба от аварий на опасных производственных объектах (РД 03-496-02) / А. В. Денисов [и др.]. — Москва : Научно-технический центр по безопасности в промышленности Госгортехнадзора России, 2002. — 40 с.

9. Олейник, Б. В. Повышение промышленной безопасности буровых установок / Б. В. Олейник // Вестник ассоциации буровых подрядчиков. — 2003. — № 3. — С. 29–31.

10. О техническом регулировании [Электронный ресурс] : федеральный закон № 184–ФЗ от 27.12.02 // Электрон. фонд правовой и норматив.-техн. документации / Консорциум «Кодекс». — Режим доступа : http: //docs.cntd.ru /document /420376693 (дата обращения : 01.10.17).

11. Правила безопасности в нефтяной и газовой промышленности (ПБ 08-624-03). — Москва : РГУ нефти и газа им. И.М. Губкина, 2003. — 272 с.

12. Придвижкин, В. А. Экспертиза промышленной безопасности технических устройств буровых установок / В. А. Придвижкин, С. Г. Бабин, Ю. Р. Гарин. — Москва : Нац. ин-т нефти и газа, 2008. — 74 с.

management.] Available at: http://www.cfin.ru/press/management/2001-3/06.shtml/ (in Russian).

7. Dadonov, Y.A., et al. Metodicheskie ukazaniya po provedeniyu analiza riska opasnykh proizvodstvennykh ob’ektov (RD 03-418-01). [Methodological guidelines for risk analysis of hazardous production facilities (RD 03-418-01).] Moscow, Nauchno-tekhnicheskiy tsentr issledovaniy problem promyshlennoy bezopasnosti, 2001, 40 p. (in Russian).

8. Denisov, A.V. et al. Metodicheskie rekomendatsii po otsenke ushcherba ot avariy na opasnykh proizvodstvennykh ob’ektakh. [Methodological guidelines the damages assessment from accidents at hazardous production facilities (RD 03-496-02).] Moscow, Nauchno-tekhnicheskiy tsentr po bezopasnosti v promyshlennosti Gosgortekhnadzora Rossii, 2002, 40 p. (in Russian)

9. Oleynik, B.V. Povyshenie promyshlennoy bezopasnosti burovykh ustanovok. [Enhancement of industrial safety of rigs.] Vestnik assotsiatsii burovykh podryadchikov, 2003, no. 3, pp. 29-31 (in Russian).

10. O tekhnicheskom regulirovanii. Federal’ny zakon no. 184-FZ ot 27.12.02. Electron. fond normativ.-tekhn. documentatsii Konsortsium "Kodeks" [On technical regulation. Federal law n. 184–FZ, 27.12.02. Electron. fund of legal and norm.-tech. documentation. Consortium "Kodeks".] Available at: http: //docs.cntd.ru /document /420376693 (in Russian).

11. Pravila bezopasnosti v neftyanoy i gazovoy promyshlennosti. [Safety rules in the oil and gas industry (PB 08-624-03).] Moscow, Gubkin Russian state university of oil and gas, 2003, 272 p. (in Russian).

12. Pridvizhkin, V.A., Babin, S.G., Garin, Y.R. Ekspertiza promyshlennoy bezopasnosti tekhnicheskikh ustroystv burovykh ustanovok. [Examination of industrial safety of technical devices of drilling rigs.] Moscow, Nats. institut nefti i gaza, 2008, 74 p. (in Russian).

Поступила в редакцию 10.08.2017
Сдана в редакцию 10.08.2017
Запланирована в номер 29.09.2017

Received 10.08.2017
Submitted 10.08.2017
Scheduled in the issue 29.09.2017

Бганцев Андрей Николаевич,
старший администратор отдела по реализации молодежной политики Донского государственного технического университета, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1)
Kalter30.30@mail.ru

Bgantsev Andrey Nikolaevich,
Senior Administrator of the Department of the Youth Policy Implementation of Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation)
Kalter30.30@mail.ru

Лоскутникова Инна Николаевна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды Донского государственного технического университета (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1,) кандидат химических наук.
Lvica.inna@yandex.ru

Loskutnikova Inna Nikolaevna,
Associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University,(Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Cand. of chemical sciences
Lvica.inna@yandex.ru

Богданова Ирина Виссарионовна,
доцент кафедры «Безопасность жизнедеятельности и защита окружающей среды Донского государственного технического университета, кандидат химических наук, (РФ, г. Ростов-на-Дону, пл. Гагарина,1) кандидат технических наук, доцент
bogirka@gmail.com

Bogdanova Irina Vissarionovna,
Associate Professor of Department of life Safety and environmental protection of Don State Technical University, (Gagarin sq., 1, Rostov-on-Don, Russian Federation), Cand. of chemical sciences, Associate Professor
bogirka@gmail.com